



# SmartRA 学習キット チュートリアル 7

---

ルネサス エレクトロニクス社 RA マイコン搭載  
HSB シリーズマイコンボード 評価キット

-本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

株式会社 **北斗電子**  
REV.1.0.0.0

－目 次－

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 注意事項 .....                | 1  |
| 安全上のご注意 .....             | 2  |
| 1. RA2L1_MOTOR.....       | 4  |
| 1.1. モータチュートリアル概要 .....   | 4  |
| 1.2. プログラムの動作.....        | 5  |
| 1.3. モータ制御方式.....         | 7  |
| 1.4. FSP の設定 .....        | 9  |
| 1.5. モータ駆動時の DUTY 制御..... | 11 |
| 1.6. フローチャート .....        | 15 |
| 1.7. まとめ .....            | 16 |
| 取扱説明書改定記録 .....           | 17 |
| お問合せ窓口.....               | 17 |

## 注意事項

本書を必ずよく読み、ご理解された上でご利用ください

### 【ご利用にあたって】

1. 本製品をご利用になる前には必ず取扱説明書をよく読んで下さい。また、本書は必ず保管し、使用上不明な点がある場合は再読み、よく理解して使用して下さい。
2. 本書は株式会社北斗電子製マイコンボードの使用方法について説明するものであり、ユーザシステムは対象ではありません。
3. 本書及び製品は著作権及び工業所有権によって保護されており、全ての権利は弊社に帰属します。本書の無断複製・複製・転載はできません。
4. 弊社のマイコンボードの仕様は全て使用しているマイコンの仕様に準じております。マイコンの仕様に関しましては製造元にお問い合わせ下さい。弊社製品のデザイン・機能・仕様は性能や安全性の向上を目的に、予告無しに変更することがあります。また価格を変更する場合や本書の図は実物と異なる場合もありますので、御了承下さい。
5. 本製品のご使用にあたっては、十分に評価の上ご使用下さい。
6. 未実装の部品に関してはサポート対象外です。お客様の責任においてご使用下さい。

### 【限定保証】

1. 弊社は本製品が頒布されているご利用条件に従って製造されたもので、本書に記載された動作を保証致します。
2. 本製品の保証期間は購入戴いた日から1年間です。

### 【保証規定】

**保証期間内でも次のような場合は保証対象外となり有料修理となります**

1. 火災・地震・第三者による行為その他の事故により本製品に不具合が生じた場合
2. お客様の故意・過失・誤用・異常な条件でのご利用で本製品に不具合が生じた場合
3. 本製品及び付属品のご利用方法に起因した損害が発生した場合
4. お客様によって本製品及び付属品へ改造・修理がなされた場合

### 【免責事項】

弊社は特定の目的・用途に関する保証や特許権侵害に対する保証等、本保証条件以外のものは明示・黙示に拘わらず一切の保証は致し兼ねます。また、直接的・間接的損害金もしくは欠陥製品や製品の使用方法に起因する損失金・費用には一切責任を負いません。損害の発生についてあらかじめ知らされていた場合でも保証は致し兼ねます。

ただし、明示的に保証責任または担保責任を負う場合でも、その理由のいかんを問わず、累積的な損害賠償責任は、弊社が受領した対価を上限とします。本製品は「現状」で販売されているものであり、使用に際してはお客様がその結果に一切の責任を負うものとします。弊社は使用または使用不能から生ずる損害に関して一切責任を負いません。

保証は最初の購入者であるお客様ご本人にのみ適用され、お客様が転売された第三者には適用されません。よって転売による第三者またはその為になすお客様からのいかなる請求についても責任を負いません。

本製品を使った二次製品の保証は致し兼ねます。

## 安全上のご注意

製品を安全にお使いいただくための項目を次のように記載しています。絵表示の意味をよく理解した上でお読み下さい。

### 表記の意味



取扱を誤った場合、人が死亡または重傷を負う危険が切迫して生じる可能性がある事が想定される



取扱を誤った場合、人が軽傷を負う可能性又は、物的損害のみを引き起こすが可能性がある事が想定される

## 絵記号の意味

|  |   |   |                                      |
|--|---|---|--------------------------------------|
|   | <p><b>一般指示</b><br/>使用者に対して指示に基づく行為を強制するものを示します</p>        |   | <p><b>一般禁止</b><br/>一般的な禁止事項を示します</p> |
|  | <p><b>電源プラグを抜く</b><br/>使用者に対して電源プラグをコンセントから抜くように指示します</p> |  | <p><b>一般注意</b><br/>一般的な注意を示しています</p> |

## 警告



以下の警告に反する操作をされた場合、本製品及びユーザシステムの破壊・発煙・発火の危険があります。マイコン内蔵プログラムを破壊する場合があります。

1. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままケーブルの抜き差しを行わないでください。
2. 本製品及びユーザシステムに電源が入ったままで、ユーザシステム上に実装されたマイコンまたはIC等の抜き差しを行わないでください。
3. 本製品及びユーザシステムは規定の電圧範囲でご利用ください。
4. 本製品及びユーザシステムは、コネクタのピン番号及びユーザシステム上のマイコンとの接続を確認の上正しく扱ってください。



発煙・異音・異臭にお気づきの際はすぐに使用を中止してください。

電源がある場合は電源を切って、コンセントから電源プラグを抜いてください。そのままご使用すると火災や感電の原因になります。

# 注意



以下のことをされると故障の原因となる場合があります。

1. 静電気が流れ、部品が破壊される恐れがありますので、ボード製品のコネクタ部分や部品面には直接手を触れないでください。
2. 次の様な場所での使用、保管をしないでください。  
ホコリが多い場所、長時間直射日光が当たる場所、不安定な場所、衝撃や振動が加わる場所、落下の可能性がある場所、水分や湿気の多い場所、磁気を発するものの近く
3. 落としたり、衝撃を与えたり、重いものを乗せないでください。
4. 製品の上に水などの液体や、クリップなどの金属を置かないでください。
5. 製品の傍で飲食や喫煙をしないでください。



ボード製品では、裏面にハンダ付けの跡があり、尖っている場合があります。

取り付け、取り外しの際は製品の両端を持ってください。裏面のハンダ付け跡で、誤って手など怪我をする場合があります。



CD メディア、フロッピーディスク付属の製品では、故障に備えてバックアップ（複製）をお取りください。

製品をご使用中にデータなどが消失した場合、データなどの保証は一切致しかねます。



アクセスランプがある製品では、アクセスランプの点灯中に電源を切ったり、パソコンをリセットをしないでください。

製品の故障や、データ消失の原因となります。



本製品は、医療、航空宇宙、原子力、輸送などの人命に関わる機器やシステム及び高度な信頼性を必要とする設備や機器などに用いられる事を目的として、設計及び製造されておりません。

医療、航空宇宙、原子力、輸送などの設備や機器、システムなどに本製品を使用され、本製品の故障により、人身や火災事故、社会的な損害などが生じても、弊社では責任を負いかねます。お客様ご自身にて対策を期されるようご注意ください。

# 1. RA2L1\_MOTOR

マイコン内蔵のタイマ機能を使用して、PWM 波形を生成し、模型用のモータを動かすチュートリアルです。

## 1.1. モータチュートリアル概要

本チュートリアルの動作には、別売の「Smart モータキット」が必要です。

表 1-1 RA2L1 のタイマ機能

| 機能名  | 主な用途             | 備考                       |
|------|------------------|--------------------------|
| GPT  | 汎用, PWM 出力       | 32bit × 4ch, 16bit × 6ch |
| AGT  | 汎用               | 16bit × 2ch              |
| WDT  | バグ監視             | 14bit × 1ch              |
| IWDT | バグ監視             | 14bit × 1ch              |
| RTC  | リアルタイムクロック(時計機能) | 1ch                      |

本チュートリアルでは、GPT というタイマを使用して、PWM でモータを制御します。

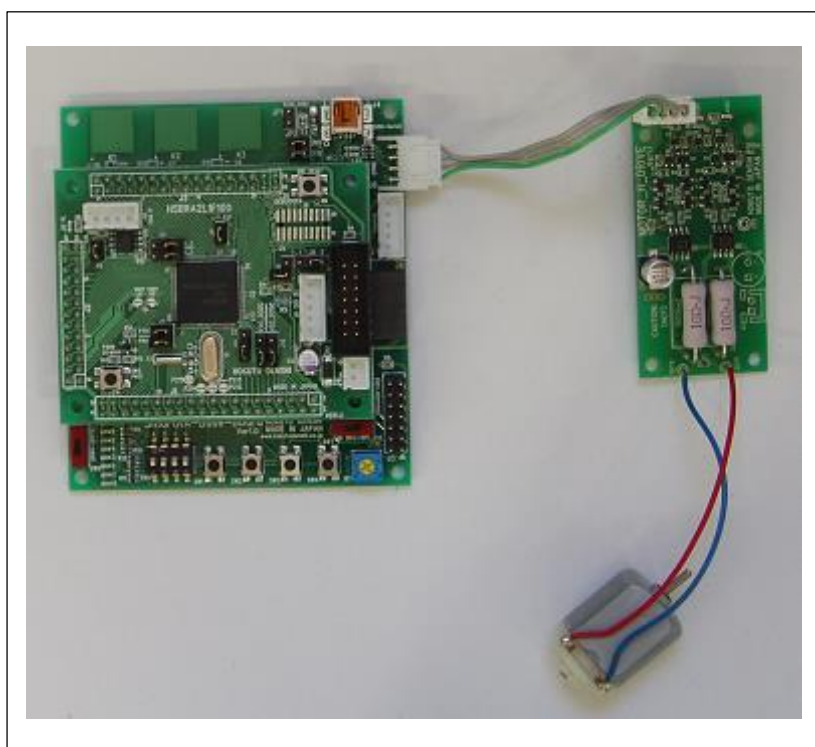
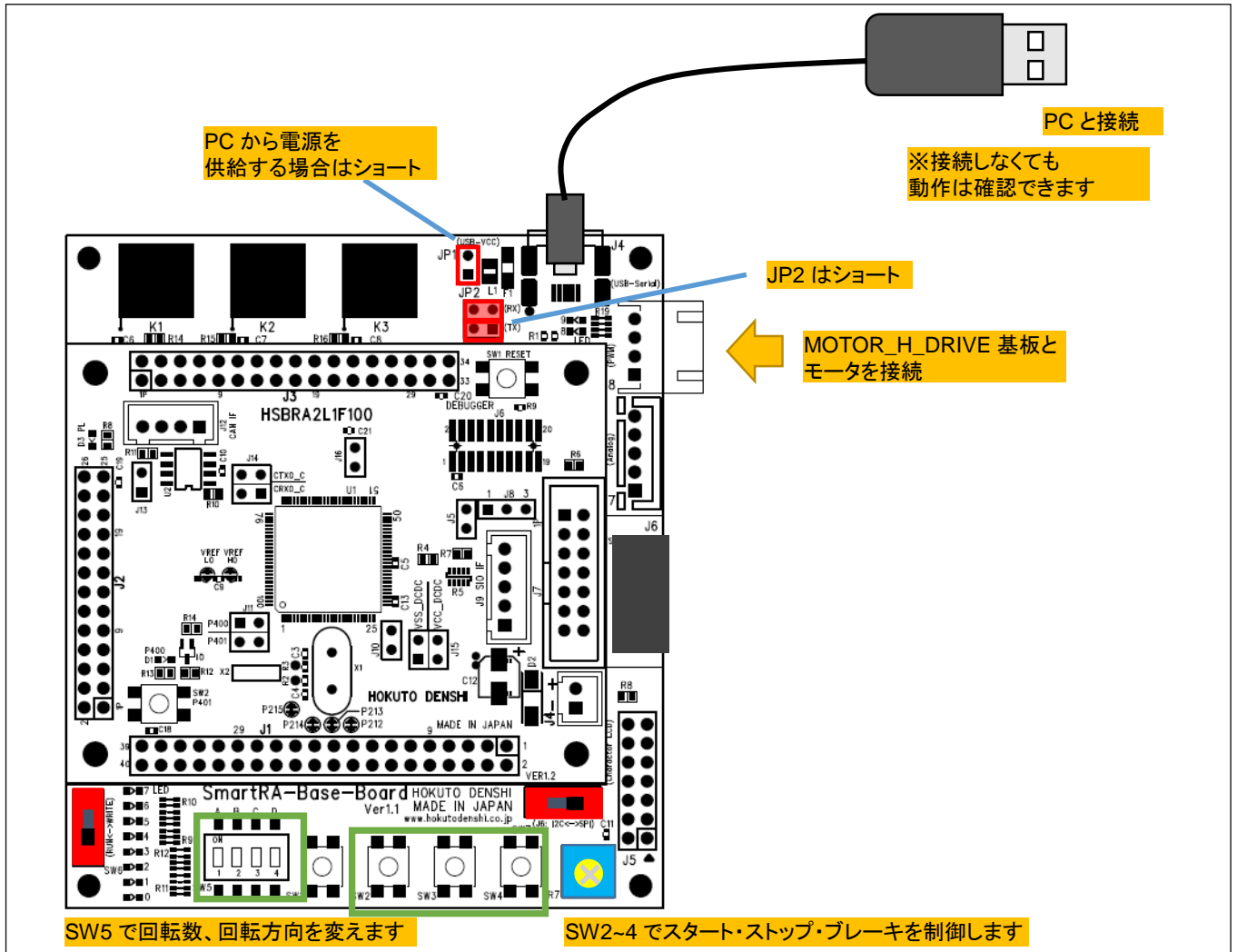


図 1-1 モータとの接続

別売オプションの「Smart モータキット」を、図 1-1 の様に接続します。

Smart モータキット付属のモータは、300mA 程度の消費電流がありますので、電源装置を接続している場合は、電流のリミットを 500mA 程度に設定してください。

## 1.2. プログラムの動作



モータドライバ基板とモータを接続し、B-SW5を全部 OFF の状態で電源を投入してください  
 B-J4(USB-miniB)を PC と接続して、シリアル端末(115,200bps)をつなぐと、端末に情報を出力します

|       | OFF     | ON     | 機能   |
|-------|---------|--------|------|
| SW5-A | 正転(CCW) | 逆転(CW) | 回転方向 |

※CCW:Counter Clock Wise(反時計回り), CW:Clock Wise(時計回り)

…回転方向はモータのつなぎ方でも変わります

|         | SW5-B | SW5-C | SW5-D | 回転数   | duty[%] |
|---------|-------|-------|-------|-------|---------|
| SW5-B~D | OFF   | OFF   | OFF   | 1(最低) | 10      |
|         | OFF   | OFF   | ON    | 2     | 20      |
|         | OFF   | ON    | OFF   | 3     | 30      |
|         | OFF   | ON    | ON    | 4     | 40      |
|         | ON    | OFF   | OFF   | 5     | 50      |
|         | ON    | OFF   | ON    | 6     | 60      |
|         | ON    | ON    | OFF   | 7     | 70      |
|         | ON    | ON    | ON    | 8(最高) | 80      |

|     | 機能   |
|-----|------|
| SW1 | 未使用  |
| SW2 | ブレーキ |
| SW3 | ストップ |
| SW4 | スタート |

停止時に、SW4 を押すと、SW5(DIP-SW)の設定に従いモータが起動します。SW5-B~D が全て OFF 側の場合はパワー不足で回転を開始しないと思います。SW5-B~D のいずれかを ON にして、モータを始動してください。(一度回転を始めると、回転数最低(1)でも回転を維持すると思います、)

回転数は、1~7 の 8 段階で、LED の点灯数でモニタ可能です。(duty は 0~80%の範囲での変更となります)

| LED 点灯数 | duty[%] | 備考     |
|---------|---------|--------|
| 0       | 0       | 停止状態   |
| 1       | 10      | 回転数(1) |
| 2       | 20      | 回転数(2) |
| 3       | 30      | 回転数(3) |
| 4       | 40      | 回転数(4) |
| 5       | 50      | 回転数(5) |
| 6       | 60      | 回転数(6) |
| 7       | 70      | 回転数(7) |
| 8       | 80      | 回転数(8) |

LED の両端(LED0, LED7)が点灯している時は、ブレーキの状態です。

Copyright (C) 2021 HokutoDenshi. All Rights Reserved.

SmartRA KIT MOTOR TUTORIAL

operation usage:

SW1 : -(none)  
 SW2 : Brake  
 SW3 : Stop  
 SW4 : Start  
 SW5-A : Rotation direction(OFF:CCW, ON:CW)  
 SW5-B ~ SW5-D : Rotation speed(1-8)

>Motor start

rotation speed=1, rotation direction=CCW SW4 を押す  
rotation speed -> 2 SW5-D を ON  
rotation speed -> 4 SW5-C を ON  
rotation speed -> 8 SW5-B を ON

>Motor Brake SW2 を押す

>Motor Stop SW3 を押す

モータ回転中に、SW3 を押すと、モータは停止します(モータは空転状態となりますので、ゆっくりと停止します)

モータ回転中に、SW2 を ON にすると、モータにブレーキが掛かります(急に止まります)

ブレーキ中に SW3 を押すと停止(モータが電氣的に切り離される)に変わります。

シリアル端末をつないでいる時には、端末に情報を表示します(LED でも状態のモニタができますので、シリアル端末の接続は必須ではありません)



### 1.3. モータ制御方式

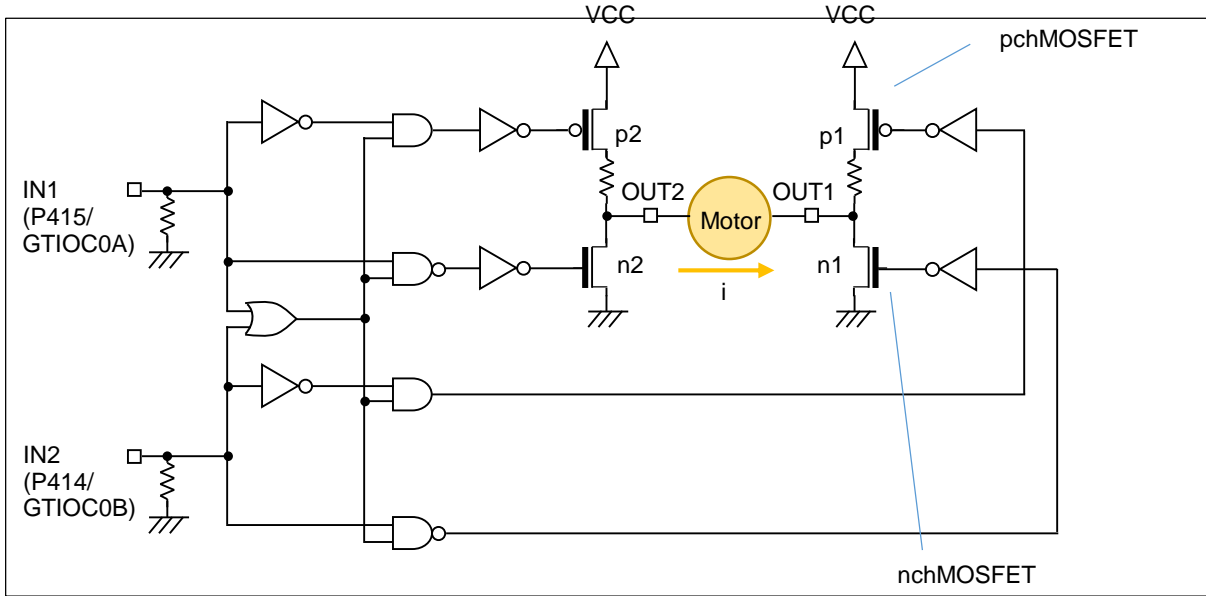


図 1-2 モータドライバ回路(MOTOR\_H\_DRIVE)の構成

— 真理値表 —

| IN1 | IN2 | OUT1 | OUT2 | p1  | n1  | p2  | n2  | i         | 動作      |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----------|---------|
| 0   | 0   | Hi-Z | Hi-Z | off | off | off | off |           | モータ OFF |
| 0   | 1   | L    | H    | off | on  | on  | off | OUT2→OUT1 | 正転      |
| 1   | 0   | H    | L    | on  | off | off | on  | OUT1→OUT2 | 逆転      |
| 1   | 1   | L    | L    | off | on  | off | on  |           | ブレーキ    |

モータドライバ回路は、2つの入力(IN1, IN2)の論理により、正転、逆転、ブレーキ状態を制御できる回路となっています。上記の回路を、モータに電流を流す素子(pch, nch の MOSFET)の構造から、Hドライバ回路と呼ばれます。

表の正転の状態(IN1=0, IN2=1)とすると、図中の p2 と n1 の素子が ON し、VCC から、VCC→p2→モータ→n1→GND へ電流が流れます。逆転の状態とすると、VCC→p1→モータ→n2→GND へ電流が流れます。電流の方向を制御可能ですので、モータをどちらの方向にも回す事ができます。

表のブレーキの状態とすると、モータの端子が n1, n2 の素子を経由してショートの状態となり、モータ空転時に発電される電力が消費されるため、ブレーキとして作用します。

モータの回転数を変える場合、モータに流す電流を変える事で回転数は制御可能です。モータに流す電流を変えるためには印加する電圧を変えるという方法があります。

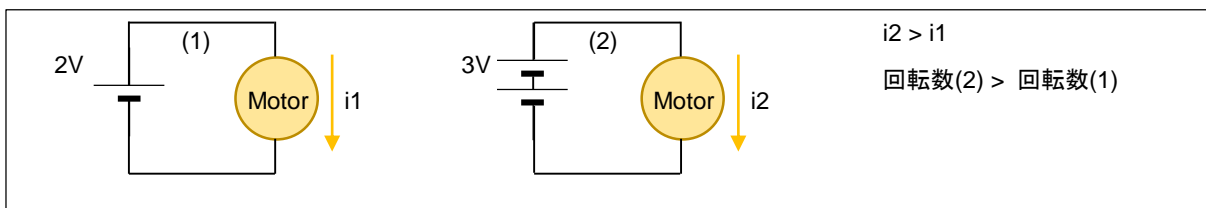


図 1-3 モータに印加する電圧と回転数

印加電圧を変えるという方法は、シンプルですが、さまざまな電圧を出力できる様な回路を組むのは多少手間が掛かります。そこで、デジタル信号で制御が容易な PWM(PulseWidthModulation, パルス幅変調)という制御手法を用いる事とします。

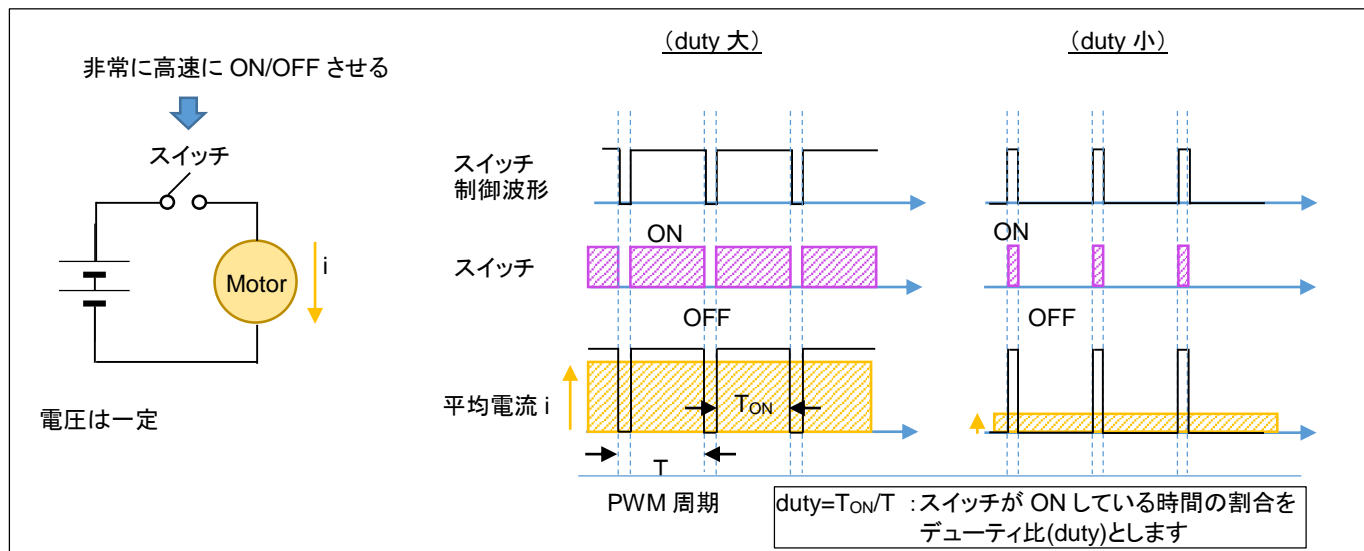


図 1-4 PWM 制御

図 1-2 の回路で使用されている MOSFET はスイッチの役割を果たしており、高速に ON/OFF を切り替える事ができます。マイコンから、スイッチ制御波形の様な信号を送る事により、スイッチを ON させる時間的な割合を変化させる事ができ、ON 時間の割合が大きい(duty 大)の場合は、モータに流れる平均の電流は大きくなり、ON 時間の割合が小さい(duty 小)の場合は、モータに流れる電流は小さくなります。

マイコンは、高速に信号を切り替えることができるため、上記の様に信号のパルスの幅を変える制御を容易に行う事ができます。このような波形制御を、PWM といい、モータの回転数制御を行う場合等に、非常に良く使われる手法となります。

Smart モータキットのモータドライバは、B-J8(マイコンの P415/GTIOC0A, P414/GTIOC0B)端子に接続されています。P414, P415 に、マイコンの GPT タイマの出力端子となる、GTIOC0A, GTIOC0B の機能を割り当てる事により、タイマを使用した PWM 波形を容易に出力できます。

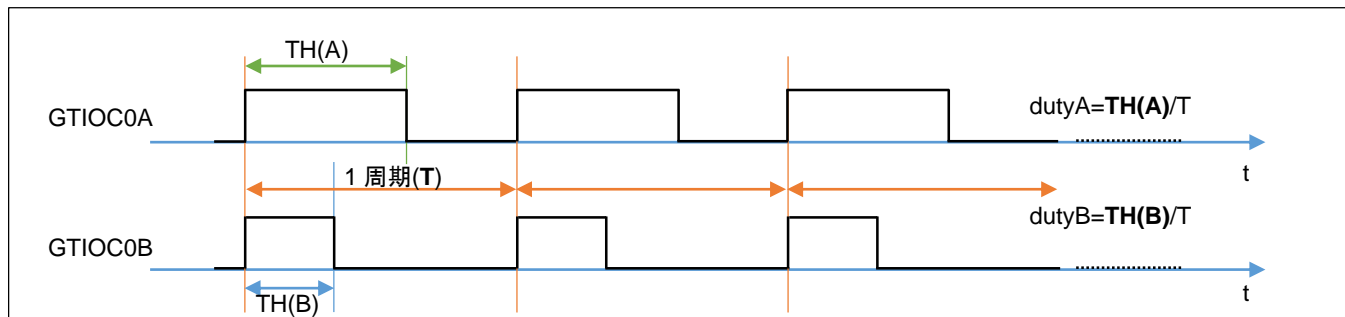
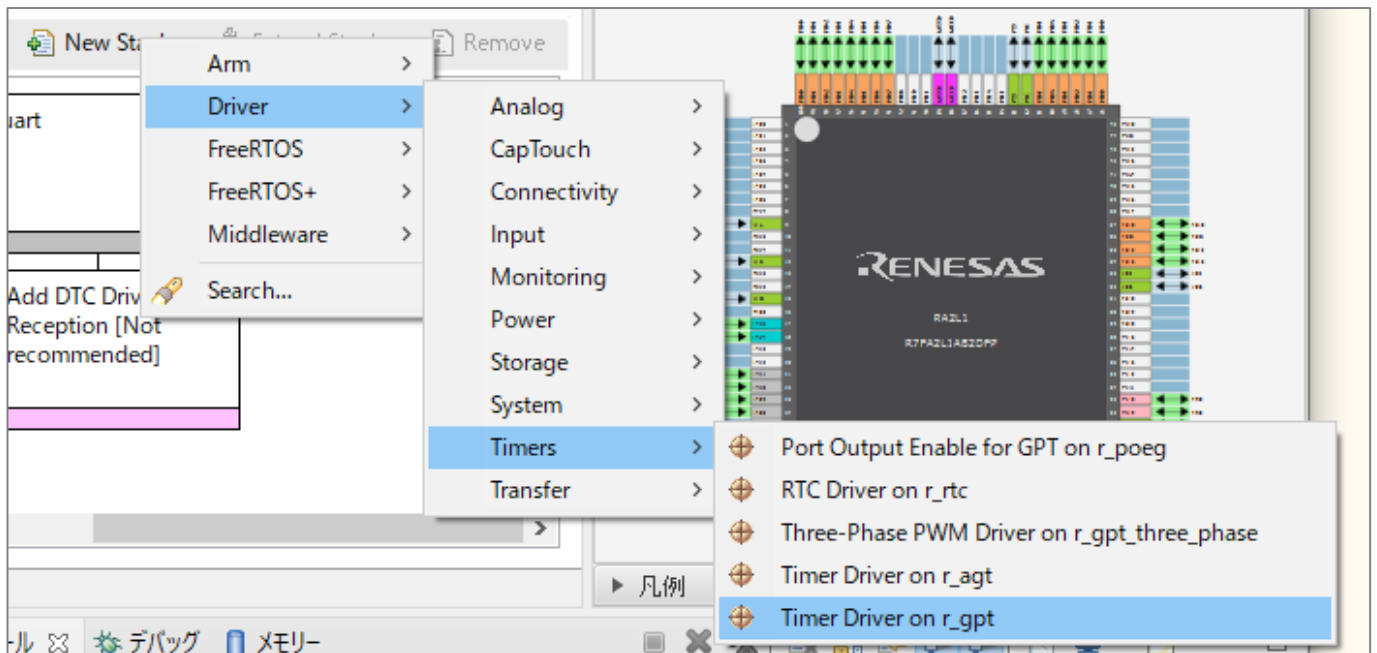


図 1-5 GPT を使用した PWM

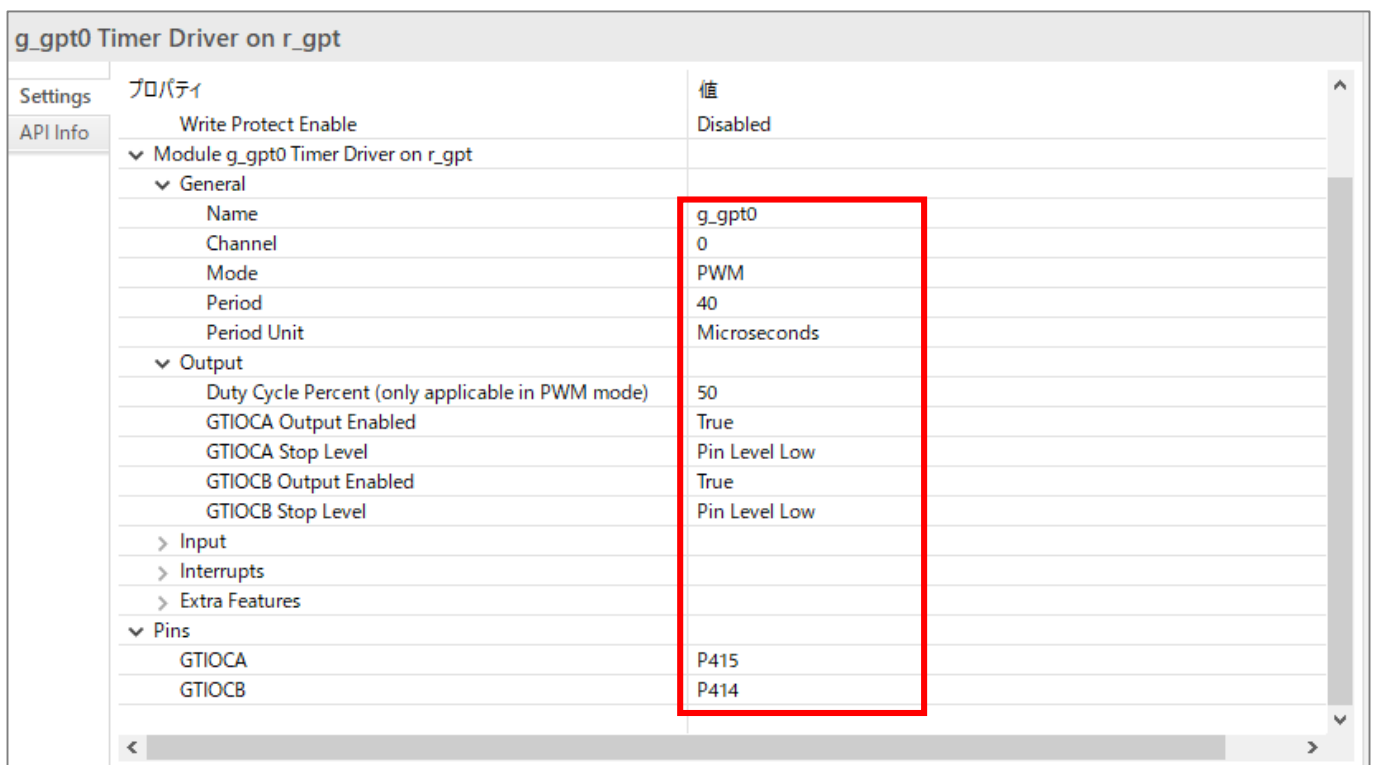
PWM 波形は、「周期 T」と GTIOC0A 側の「TH(A)」、及び GTIOC0B 側の「TH(B)」の 3 値を指定して生成する形となります。周期 T は、GTIOC0A と GTIOC0B で共通です。

## 1.4. FSP の設定



New Stack – Driver – Timers – Timer Driver on r\_gpt

で GPT を追加します。



設定値は、以下の様にします。

| 設定項目                  | 設定値           | 備考                            |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|
| Name                  | g_gpt0        | 設定値は任意、GPT0 なので gpt0 に変更しています |
| Channel               | 0             | GPT0 を使っているため 0               |
| Mode                  | PWM           | PWM 出力モード                     |
| Peroid                | 40            | 周期 40us(25kHz)(*1)            |
| Period Unit           | Microseconds  |                               |
| DutyCycle Percent     | 50            | 初期値 プログラム内で変更するので初期値のまま       |
| GTIOCA Output Enabled | true          | GTIOCA の出力端子を:使用する            |
| GTIOCA Stop Level     | pin Level Low | 端子初期値:Lレベル                    |
| GTIOCB Output Enabled | true          | GTIOCB の出力端子を:使用する            |
| GTIOCB Stop Level     | pin Level Low | 端子初期値:Lレベル                    |
| GTIOCA                | P415          |                               |
| GTIOCB                | P414          |                               |

(\*1)人間の耳で聞こえる周波数(~20kHz)より多少高めにしています

この値を、数千 Hz 程度にすると、耳障りなノイズが感じられるかも知れません。

端子設定は、Peripherals - Timers:GPT – GPT0 上記の様に設定します。

| 設定項目              | 設定値               | 備考                               |
|-------------------|-------------------|----------------------------------|
| Pin Group Section | Mixed             | Mixed(または、_C only)               |
| Operation Mode    | GTIOCA and GTIOCB | GTIOCA, GTIOCB の両方の端子を使用するので and |
| GTIOCA            | P415              |                                  |
| GTIOCB            | P414              |                                  |

## 1.5. モータ駆動時の duty 制御

・モータドライバボード真理値表(再掲)

| IN1<br>P415<br>GTIOC0A | IN2<br>P414<br>GTIOC0B | OUT1 | OUT2 | p1  | n1  | p2  | n2  | i         | 動作      |
|------------------------|------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----------|---------|
| 0                      | 0                      | Hi-Z | Hi-Z | off | off | off | off |           | モータ OFF |
| 0                      | 1                      | L    | H    | off | on  | on  | off | OUT2→OUT1 | 正転      |
| 1                      | 0                      | H    | L    | on  | off | off | on  | OUT1→OUT2 | 逆転      |
| 1                      | 1                      | L    | L    | off | on  | off | on  |           | ブレーキ    |

モータ駆動時は、IN1(P415/ GTIOC0A)=0, IN2(P414/ GTIOC0B)=1(上表正転の状態)とすると、常にモータに電流が流れるので、duty=100%の状態です。

duty=50%で「正転」方向に駆動する場合は、以下の様に制御する方法が考えられます。

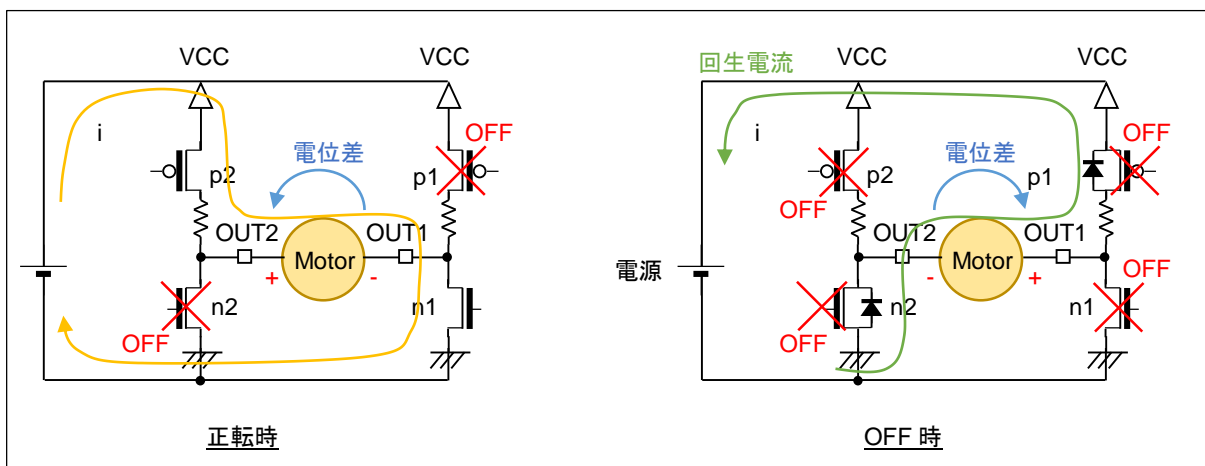
(1)IN1=0 固定として、IN2 を 0/1/0/1…と変化させる(0 の時間と 1 の時間を等しくした場合、duty=50%)

| IN1<br>P415<br>GTIOC0A<br>[L 固定] | IN2<br>P414<br>GTIOC0B<br>[切り替え] | OUT1 | OUT2 | p1  | n1  | p2  | n2  | i         | 動作      |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----------|---------|
| 0                                | 0                                | Hi-Z | Hi-Z | off | off | off | off |           | モータ OFF |
| 0                                | 1                                | L    | H    | off | on  | on  | off | OUT2→OUT1 | 正転      |

⇔ 切り替え

「正転」の時にアクセルを踏むイメージ(モータに電流が流れて回転方向の力を生む)です。モータ OFF の時にアクセルを離す(惰性で回る)イメージです。普通に考えると、このやり方で良い気がします。

でも、実際にやってみると上手く行きません…(モータが回りません)。



正転時は、 $i$  の電流が流れ、モータの両端には、 $V(\text{OUT2}) - V(\text{OUT1})$  の電圧が掛かります。モータのコイルに電流が流れ、回転する方向に力が働きます。次に、4つの、MOSFET を OFF 制御した場合、モータには回生電流(発電に伴う電流)が生じます。4つの MOSFET は全部 OFF していますが、MOSFET には図に示す寄生ダイオードがあるので、ダイオードを経由して電流が流れようとはしますが、電源は電流を止める方法に作用します(回生電流は急激にストップします)。

その結果モータの両端に逆向きの起電力が生まれて、モータの両端に掛かる「正転時」と「OFF 時」の平均電圧は「正転時」の 50%ではなく、ほぼ 0 となってしまいます。平均すると、モータの両端に電圧が掛からない状態となるので、モータは回りません。

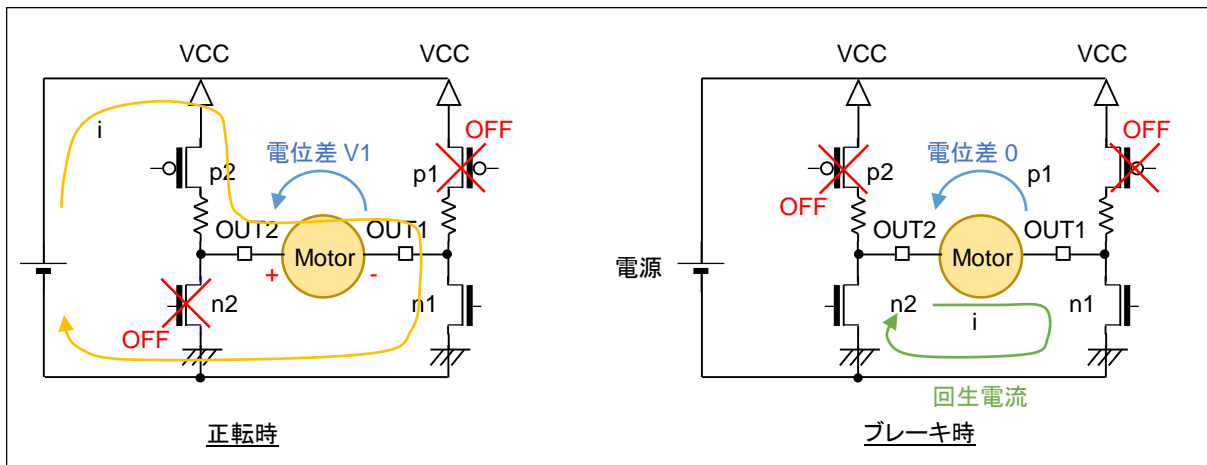
次に、別な方法を考えてみます。

(2)IN2=1 固定として、IN1 を 0/1/0/1…と変化させる(0 の時間と 1 の時間を等しくした場合、duty=50%)

| IN1<br>P415<br>GTIOC0A<br>[切り替え] | IN2<br>P414<br>GTIOC0B<br>[H 固定] | OUT1 | OUT2 | p1  | n1 | p2  | n2  | i         | 動作   |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-----|----|-----|-----|-----------|------|
| 0                                | 1                                | L    | H    | off | on | on  | off | OUT2→OUT1 | 正転   |
| 1                                | 1                                | L    | L    | off | on | off | on  |           | ブレーキ |

切り替え

「正転」の時にアクセルを踏んで、ブレーキを踏んでの繰り返しです。一見おかしい気もします。でも、実際この方法でモータを回してみると、上手く回ります。



正転時には OUT1 は 0V, OUT2 には VCC から多少電圧降下(電流×抵抗成分)した電圧が掛かっています(V1 とします)。ブレーキ時は、モータで生じた回生電流が n1, n2(両方 ON, ON しているので非常に抵抗が低い)に流れるため、OUT1=OUT2=0V となります。(OUT1 と OUT2 は、n1, n2 を介してショートしている状態)

そのため、モータに掛かる電圧は、V1 の期間と、0 の期間が、50:50 となり、平均電圧で考えると、V1×1/2 の電圧が掛かります。この場合、モータは回転します。

モータを PWM 制御する際は、

・正転時

| IN1<br>P415<br>GTIOC0A<br>[切り替え] | IN2<br>P414<br>GTIOC0B<br>[H 固定] | OUT1 | OUT2 | p1  | n1 | p2  | n2  | i         | 動作   |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-----|----|-----|-----|-----------|------|
| 0                                | 1                                | L    | H    | off | on | on  | off | OUT2→OUT1 | 正転   |
| 1                                | 1                                | L    | L    | off | on | off | on  |           | ブレーキ |

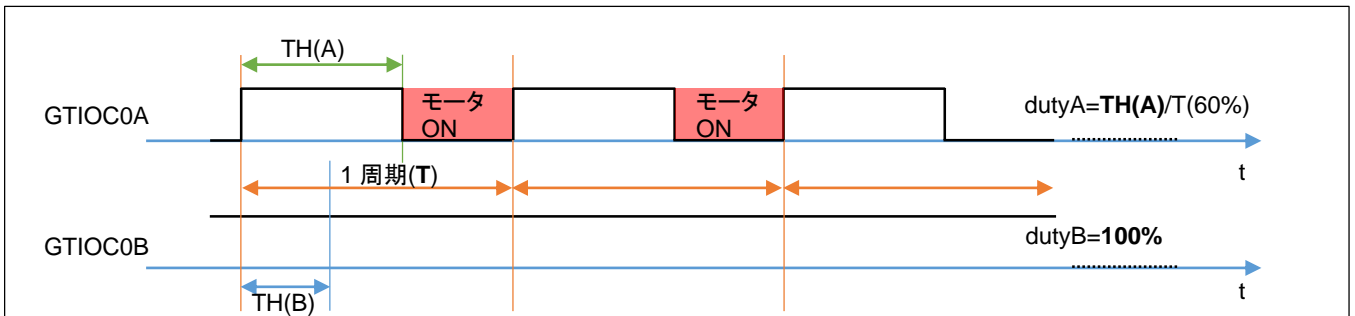
・逆転時

| IN1<br>P415<br>GTIOC0A<br>[H 固定] | IN2<br>P414<br>GTIOC0B<br>[切り替え] | OUT1 | OUT2 | p1  | n1  | p2  | n2 | i         | 動作   |
|----------------------------------|----------------------------------|------|------|-----|-----|-----|----|-----------|------|
| 1                                | 0                                | H    | L    | on  | off | off | on | OUT1→OUT2 | 逆転   |
| 1                                | 1                                | L    | L    | off | on  | off | on |           | ブレーキ |

前記の表の様に、片側は H 固定で、もう一方を PWM(L/H 切り替え)という事となります。

※回生時の電流をどの経路で流すかという話は、結構深い話になるので、本書ではこれ以上掘り下げませんが、回生時、ブレーキ状態以外の方式とする事も考えられます。

・正転時の PWM 波形例



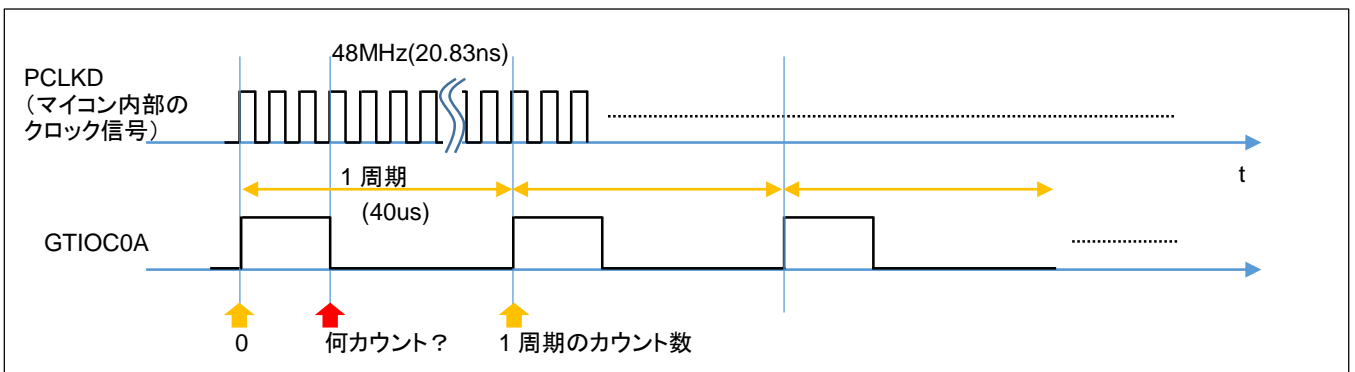
ここで、一点注意が必要で、GTIOC0A が 0 の時、モータに電流が流れる事となりますので、GTIOC0A の duty(dutyA)を 60%に設定した場合、モータに印加される duty は 40%になります。モータの duty を考えるとき、

$$\text{duty} = 1 - \text{dutyA}$$

となるという事です。GTIOC0B の duty(dutyB)は、100%に設定すれば良いです。

—FSP での duty の設定—

FSP の API で、duty を設定する関数があります。R\_GPT\_DutyCycleSet() ですが、この関数はサイクル数で指定します。



GPT タイマのクロックは、PCLKD(48MHz)か、PCLKD を分周したものとなります。

・duty を 0(出力波形を L 固定)とする方法

```
R_GPT_DutyCycleSet(&g_gpt0_ctrl, 0, GPT_IO_PIN_GTIOCA);
```

2 番目の引数が、カウント数の指定なので、この部分を 0 とすれば、duty=0(L 固定)の出力が得られます。

・duty を 100%(出力波形を H 固定)とする方法

```
timer_info_t gpt0_info;
uint32_t gpt0_current_period_counts;

R_GPT_InfoGet(&g_gpt0_ctrl, &gpt0_info);
gpt0_current_period_counts = gpt0_info.period_counts;
R_GPT_DutyCycleSet(&g_gpt0_ctrl, gpt0_current_period_counts, GPT_IO_PIN_GTIOCA);
```

API 関数を使って、1 周期のカウント数を取得して、1 周期のカウント数を与えると、duty=100%(H 固定)の出力が得られます。

・duty を 50%にする方法

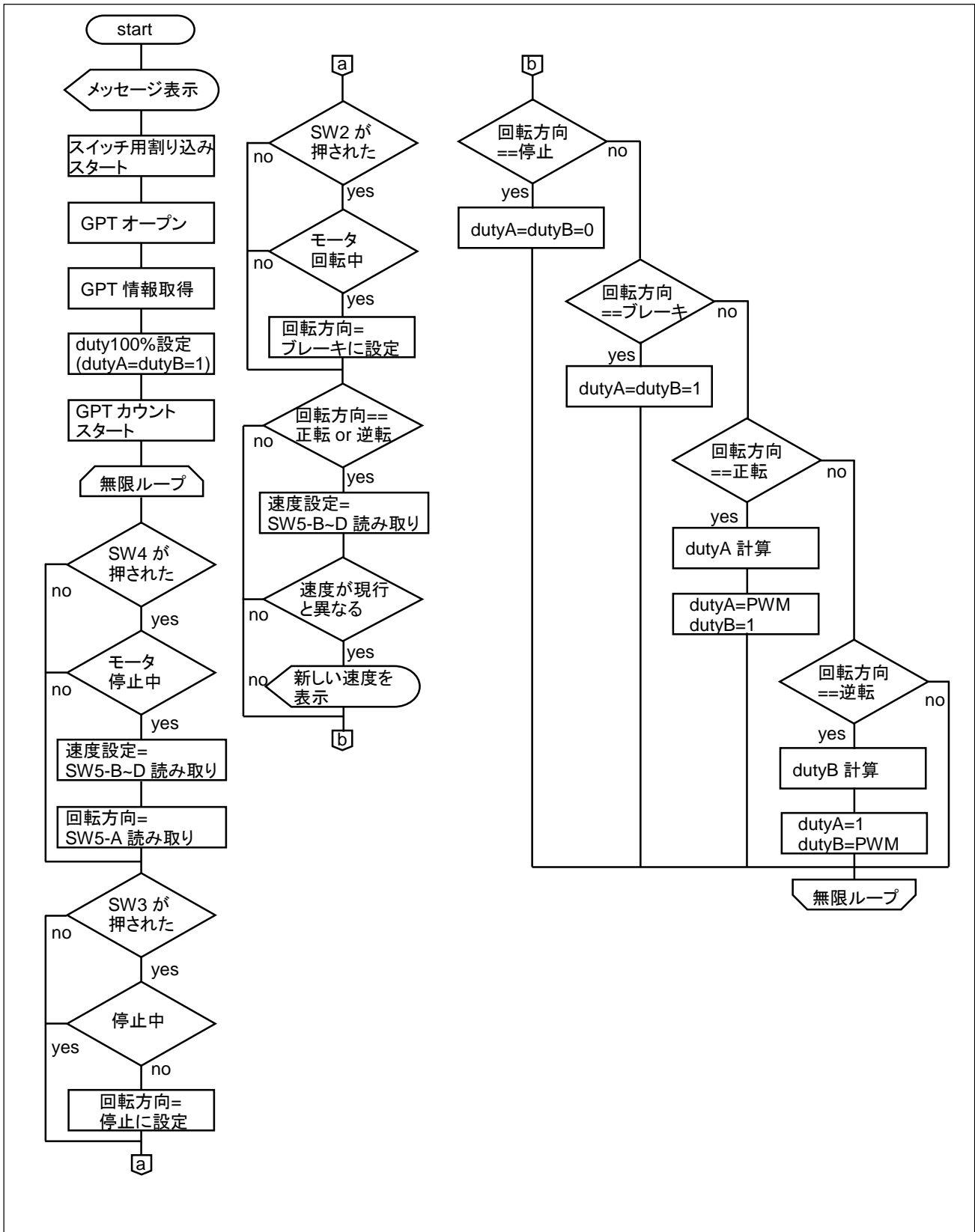
```
R_GPT_DutyCycleSet(&g_gpt0_ctrl, gpt0_current_period_counts/2, GPT_IO_PIN_GTIOCA);
```

同様に 1 周期のカウント数から、1 周期の半分のカウント数を計算して、与えれば良いです。

本サンプルプログラムでは、モータ駆動時 10~80%の duty を設定できるようにしています。



## 1.6. フローチャート



## 1.7. まとめ

本サンプルプログラムでは、GPT タイマで PWM 波形を作るところは API 関数を使っています。API 関数を使用すると、比較的簡単に PWM 波形が作れると感じて頂けたかなと思います。

PWM は、モータ制御以外に、LED 照明の明るさを変えたり幅広く使える方式です。

また、本書では詳しく触れませんが、RA2L1 の GPT タイマでは、ブラシレスモータ用の相補 PWM (逆相で駆動される PWM 波形) 等も、API 関数で簡単に生成できるようになっています。

RA2L1 には、合計 10 チャンネルの GPT タイマがありますので、PWM 波形を作る以外にも、定期的な処理を行った  
り幅広く使用する事ができます。

## 取扱説明書改定記録

| バージョン       | 発行日       | ページ | 改定内容 |
|-------------|-----------|-----|------|
| REV.1.0.0.0 | 2021.5.20 | —   | 初版発行 |

## お問合せ窓口

最新情報については弊社ホームページをご活用ください。

ご不明点は弊社サポート窓口までお問合せください。

株式会社 **北斗電子**

〒060-0042 札幌市中央区大通西 16 丁目 3 番地 7

TEL 011-640-8800 FAX 011-640-8801

e-mail: support@hokutodenshi.co.jp (サポート用)、order@hokutodenshi.co.jp (ご注文用)

URL: <http://www.hokutodenshi.co.jp>

商標等の表記について

- ・ 全ての商標及び登録商標はそれぞれの所有者に帰属します。
- ・ パーソナルコンピュータを PC と称します。

---

ルネサス エレクトロニクス RA マイコン搭載  
HSB シリーズマイコンボード 評価キット

# SmartRA 学習キット チュートリアル 7

株式会社 **北斗電子**

©2021 北斗電子 Printed in Japan 2021 年 5 月 20 日改訂 REV.1.0.0.0 (210520)

---